

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/001189

International filing date: 05 February 2005 (05.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 008 166.2
Filing date: 10 February 2004 (10.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 March 2005 (07.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

24.02.2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 008 166.2

Anmeldetag: 10. Februar 2004



Anmelder/Inhaber: MAPAL Fabrik für Präzisionswerkzeuge
Dr. Kress KG, 73431 Aalen/DE

Bezeichnung: Werkzeug zur spanenden Bearbeitung von Prä-
zisionsbohrungen

IPC: B 24 B, B 23 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 16. Februar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Gleiss & Große

Patentanwälte · Rechtsanwälte
European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys

Intellectual Property Law
Technology Law

Leitzstraße 45
D-70469 Stuttgart
Telefon: +49 (0)711 99 3 11-0
Telefax: +49 (0)711 99 3 11-200
E-Mail: office@gleiss-grosse.com
Homepage: www.gleiss-grosse.com

In cooperation with
Shanghai Zhi Xin Patent Agency Ltd.
Shanghai · China

Dr. jur. Alf-Olav Gleiss · Dipl.-Ing. · PA
Rainer Große · Dipl.-Ing. · PA
Dr. Andreas Schrell · Dipl.-Biol. · PA
Torsten Armin Krüger · RA
Nils Heide · RA
Armin Eugen Stockinger · RA

PA: Patentanwalt · European Patent Attorney
European Trademark Attorney
RA: Rechtsanwalt · Attorney-at-law · Admitted for
Representation at the EU-Trademark Office (OHIM), Alicante

Patentanmeldung

Werkzeug zur spanenden Bearbeitung von Präzisionsbohrungen

MAPAL Präzisionswerkzeuge Dr. Kress KG
Obere Bahnstraße 13

73431 Aalen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zur spanenden Bearbeitung von Präzisionsbohrungen in Werkstücken gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 5 Werkzeuge der hier angesprochenen Art sind bekannt. Sie weisen eine erste Bearbeitungsstufe zur Vorbearbeitung sowie eine zweite der Weiterbearbeitung einer Bohrung dienende Bearbeitungsstufe auf und werden auch als Kombinationswerkzeug bezeichnet. Die Bearbeitungsstufen weisen jeweils mindestens eine Messerplatte mit
- 10 wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide auf. Bei Einsatz dieser Werkzeuge wird eine exakte Bohrungsgeometrie bezüglich Durchmesser, Rundheit und Zylinderform erzeugt. Häufig zeigt sich jedoch, dass die Oberflächenstruktur der bearbeiteten Präzisionsbohrung in bestimmten Anwendungsfällen nicht die gewünschten
- 15 Merkmale aufweist. Beispielsweise können sich in die bearbeitete Präzisionsbohrung eingebaute Lager lösen. Denkbar ist es auch, dass sich auf der Bohrungsoberfläche ein Schmierfilm ausbilden soll, dafür aber die Oberflächenstruktur deshalb nicht geeignet ist, weil keine so genannten Schmierdepots vorhanden sind. In einigen Fäl-
- 20 len ist es also erforderlich, nach der Bearbeitung einer Präzisionsbohrung mittels eines hier beschriebenen Kombinationswerkzeugs eine weitere Bearbeitung der Bohrungsoberfläche durchzuführen. Dies führt dazu, dass ein Werkzeugwechsel durchgeführt werden muss, was einerseits die Gesamtbearbeitungszeit und damit die
- 25 Kosten erhöht, andererseits ergeben sich bei einem Werkzeugwechsel zwangsweise Maßungenauigkeiten, die das Bearbeitungsergebnis beeinträchtigen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Werkzeug zur spanenden Bearbeitung von Präzisionsbohrungen zu schaffen, das diesen Nachteil vermeidet.

5 Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Werkzeug vorgeschlagen, das die in Anspruch 1 genannten Merkmale umfasst. Es weist, wie herkömmliche Kombinationswerkzeuge, eine erste Bearbeitungsstufe auf, die der Vorbearbeitung einer Präzisionsbohrung dient, außerdem eine zweite Bearbeitungsstufe, die zur Weiterbearbeitung der Präzisionsbohrung herangezogen wird. Dabei ist vorgesehen, dass
10 die ersten beiden Bearbeitungsstufen mindestens eine Messerplatte mit wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide aufweisen. Das Werkzeug zeichnet sich durch eine dritte Bearbeitungsstufe aus, mit der die Fertigbearbeitung der Präzisionsbohrung durchgeführt wird und die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide
15 umfasst. Da das Werkzeug drei Bearbeitungsstufen umfasst, die der Vor-, Zwischen- und Fertigbearbeitung von Präzisionsbohrungen in Werkstücken dienen, ist einerseits ein Werkzeugwechsel zur Durchführung aller Bearbeitungsschritte nicht erforderlich, andererseits ergibt sich eine sehr hohe Bearbeitungsqualität, weil ein Werkzeugwechsel entfällt. Durch die geometrisch unbestimmte Schneide ergibt sich eine Oberflächenstruktur, die die genannten Nachteile vermeidet.
20

Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

25 Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Explosionsdarstellung eines Werkzeugs mit drei Bearbeitungsstufen;

Figur 2 eine Seitenansicht der dritten Bearbeitungsstufe gemäß Figur 1;

Figur 3 eine Stirnansicht der dritten Bearbeitungsstufe gemäß Figur 2;

5 Figur 4 einen Längsschnitt einer Honleiste und

Figur 5 einen Querschnitt einer Honleiste nach Figur 4.

Das in Figur 1 in Explosionsdarstellung wiedergegebene Werkzeug 1 weist drei Bearbeitungsstufen auf, nämlich eine der Vorbearbeitung dienende erste Bearbeitungsstufe 3 mit mindestens einer Messerplatte 5, die wenigstens eine geometrisch bestimmte Schneide 7 aufweist. Außerdem ist eine zweite Bearbeitungsstufe 9 vorgesehen, die der Weiterbearbeitung dient und mindestens eine Messerplatte 11 mit wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide 13 aufweist. Schließlich weist das Werkzeug 1 eine dritte Bearbeitungsstufe 15 auf, die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide 17 aufweist. An dem in Figur 1 linken Ende der dritten Bearbeitungsstufe 15 ist ein vorzugsweise hohler Schaft 19 vorgesehen, der der Befestigung des Werkzeugs 1 in einer Werkzeugmaschine dient und wie üblich eine konische, sich – gemäß Figur 1 – nach links verjüngende Umfangsfläche aufweist.

In die dem Schaft 19 gegenüberliegende Stirnseite 21 der dritten Bearbeitungsstufe 15 ist eine hier nicht dargestellte, vorzugsweise konische Ausnehmung eingebracht, die der Aufnahme eines von der zweiten Bearbeitungsstufe 9 ausgehenden Schafts 23 dient, dessen Durchmesser kleiner ist als der Außendurchmesser der zweiten Bearbeitungsstufe 9, so dass er von einer ringförmigen Planfläche 25

umgeben ist. Entsprechend ist in die dem Schaft 23 gegenüberliegende Stirnseite 27 der zweiten Bearbeitungsstufe 9 eine hier nicht sichtbare konische Ausnehmung eingebracht, in die ein von der ersten Bearbeitungsstufe 3 ausgehender Schaft 29 eingreift.

- 5 Es wird also deutlich, dass das Werkzeug 1 modular aufgebaut ist, und dass die Bearbeitungsstufen 3, 9 und 15 miteinander durch eine so genannte Kurzschaftverbindung miteinander gekoppelt werden. In zusammengebautem Zustand wirkt die Stirnfläche 21 der dritten Bearbeitungsstufe mit der ringförmigen Planfläche 25 der zweiten Bearbeitungsstufe zusammen. Entsprechend wirkt eine ringförmige Planfläche 31, die den Schaft 29 der ersten Bearbeitungsstufe 3 umgibt, mit der Stirnfläche 27 der zweiten Bearbeitungsstufe 9 zusammen. Dadurch ergibt sich eine exakte Ausrichtung der Bearbeitungsstufen zueinander; sie liegen im Übrigen auf einer gemeinsamen Achse. Der modulare Aufbau erlaubt im Übrigen den Austausch von Bearbeitungsstufen bei Verschleiß und zur Realisierung unterschiedlicher Werkzeuge 1.
- 10
- 15

- Beispielhaft ist hier eine Schraube 33 vorgesehen, die dazu dient, die erste Bearbeitungsstufe 3 mit der zweiten Bearbeitungsstufe 9 an der dritten Bearbeitungsstufe 15 festzuspannen.
- 20

- Aus Figur 1 wird deutlich, dass das Werkzeug 1 zur spanenden Bearbeitung von Präzisionsbohrungen drei unterschiedlichen Bearbeitungsarten zugeordnete Bearbeitungsstufen aufweist, von denen die erste und zweite Bearbeitungsstufe 3 und 9 der Vor- und Zwischenbearbeitung dient und die dritte Bearbeitungsstufe 15 der Fertigbearbeitung. Entsprechend sind die Bearbeitungsstufen angeordnet: Ausgehend von dem Schaft 19, der mit einer Werkzeugmaschine
- 25

verbindbar ist, liegt zunächst die dritte Bearbeitungsstufe 15 zur Fertigbearbeitung vor. An diese schließt sich, in Richtung der Schraube 33 gesehen, also in Vorschubrichtung, die zweite Bearbeitungsstufe 9 an. Die Vorderseite des Werkzeugs 1 bildet die erste Bearbeitungsstufe 3, die als erstes in eine zu bearbeitende Präzisionsbohrung eingeführt wird und dort Späne von deren Oberfläche abträgt.

Bei der Bearbeitung einer Präzisionsbohrung wirkt zuerst die mindestens eine Schneide 7 der ersten Bearbeitungsstufe 3. Danach kommt die mindestens eine geometrisch bestimmte Schneide 13 der zweiten Bearbeitungsstufe 9 mit der Bohrungsoberfläche in Eingriff und führt die Weiter- beziehungsweise Zwischenbearbeitung der Bohrungsoberfläche durch. Erst dann kommt die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide 17 der dritten Bearbeitungsstufe 15 mit der Bohrungsoberfläche in Eingriff.

Aus der Darstellung gemäß Figur 1 ist ersichtlich, dass die erste Bearbeitungsstufe 3 mehrere, vorzugsweise gleichmäßig am Umfang der Bearbeitungsstufe verteilte Messerplatten aufweist, von denen hier die Messerplatten 5 und 5' dargestellt sind. Die Messerplatten 5, 5' usw. der ersten Bearbeitungsstufe 3 sind Tangentialplatten und quasi in die Stirnseite 35 der ersten Bearbeitungsstufe 3 versenkt angeordnet.

Die zweite Bearbeitungsstufe 9 weist hier mehrere Messerplatten auf, die in die Umfangsfläche 37 der zweiten Bearbeitungsstufe eingesetzt sind. Es können beispielsweise sechs bis acht derartige Messerplatten vorgesehen werden, wobei deren Anzahl auch von der Größe der Bearbeitungsstufe 9, also von deren Durchmesser, abhängt. In Figur 1 sind die Messerplatten 11, 11' und 11'' ersicht-

lich. Sie sind in Nuten eingesetzt, die radial zur Mittelachse 39 des Werkzeugs 1 und damit auch zur Mittelachse der zweiten Bearbeitungsstufe 9 verlaufen. Die Messerplatten in den ersten und zweiten Bearbeitungsstufen 3 und 9 sind auf bekannte Weise befestigt, vorzugsweise festgeschraubt oder durch Spannpratzen fixiert.

Figur 1 zeigt noch, dass die geometrisch unbestimmte Schneide 17 hier als Honleiste 41 ausgebildet ist, die aus Hartstoffpartikel aufgebaut ist, zumindest in ihrer über die Umfangsfläche 43 der dritten Bearbeitungsstufe 15 vorstehenden Außenfläche 45 mit Hartstoffpartikeln versehen ist. Figur 1 lässt noch erkennen, dass in die Umfangsfläche 43 Führungsleisten eingebracht sind, von denen hier die Führungsleisten 47, 49 und 51 erkennbar sind.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel der dritten Bearbeitungsstufe 15 ist vorgesehen, dass die Honleiste 41 in ihrer Außenfläche 45 vorzugsweise eine Kühl-/Schmiermittelnut 53 aufweist, die wie die Honleiste 41 und die Führungsleisten parallel zur Mittelachse 39 verläuft. In diese Nut 53 mündet mindestens eine, hier drei Bohrungen 55, 57 und 59, die als Auslass für ein Kühl-/Schmiermittel dienen.

Die Honleiste 41 wird von mindestens einer, hier zwei Spannpratzen 61, 63 festgespannt und sicher gehalten, die seitlich an einer Längsseite der Honleiste 41 angeordnet sind.

Das aus Figur 1 ersichtliche Werkzeug zeichnet sich also durch die Kombination zweier Bearbeitungsstufen mit geometrisch definierten Schneiden mit einer Bearbeitungsstufe aus, die eine geometrisch undefinierte Schneide aufweist.

Figur 2 zeigt einen Teil des Werkzeugs 1, nämlich die dritte Bearbeitungsstufe 15 in Vergrößerung. Die Bearbeitungsstufe ist in der Darstellung nach Figur 2 so um die Mittelachse 39 verdreht, dass die Honleiste 41 oben angeordnet ist. Die Darstellung nach Figur 2 ist auch gegenüber der in Figur 1 vergrößert. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen, so dass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Figur 2 dient insbesondere der weiteren Erläuterung der austauschbaren Honleiste 41. Diese ist in eine Nut 65 eingelegt, die in den Grundkörper 67 der dritten Bearbeitungsstufe 15 eingebracht ist. Sie wird von den zwei Spannpratzen 61 und 63 gehalten, deren Spannlippen auf einer Seitenfläche 69 der Honleiste 41 aufliegen und diese im Grundkörper 47 festspannen. Darauf wird unten noch näher eingegangen.

In die Honleiste 41 sind die drei Bohrungen 55, 57 und 59 eingebracht, die deren Grundkörper ausgehend von deren Außenfläche 45 vollständig durchdringen. Die Bohrungen 55, 57 und 59 sind hier als Stufenbohrung ausgebildet und weisen einen radial außen liegenden ersten Bereich kleineren Innendurchmessers und einen radial innen liegenden Bereich mit größerem Innendurchmesser auf. Die Bohrungen 55, 57 und 59 dienen der Aufnahme einer Justiereinrichtung 71, die vorzugsweise in allen Bohrungen gleich ist. Daher wird nur auf die Justiereinrichtung 71 eingegangen, die in der Bohrung 55 angeordnet ist. Sie weist ein erstes Stellmittel 73 auf, das im ersten Bereich der Bohrung 55 angeordnet ist, der sich an die Außenfläche 45 der Honleiste 41 anschließt. In dem zweiten Bereich der Bohrung 55 liegt ein zweites Stellmittel 75, das am Grundkörper 67 anliegt. Das erste Stellmittel 73 ist vorzugsweise als Stellschraube ausgebildet, das zweite Stellmittel 75 als Druckstück. Dieses besteht vorzugsweise aus Hartmetall, so dass eine von der Stell-

schraube ausgeübte Druckkraft die Oberfläche des Druckstücks nicht beschädigt.

Aus Figur 2 ist ersichtlich, dass die beiden Stellmittel 73 und 75 von einem im Wesentlichen radial verlaufenden Kühl-/Schmiermittelkanal 77 durchsetzt werden.

Wird die Stellschraube des ersten Stellmittels 73 weiter in das Innere der Honleiste 41 eingeschraubt, so drückt diese das Druckstück des zweiten Stellmittels 77 radial nach innen in Richtung auf die Mittelachse 39, so dass die Honleiste 41 radial aus der Nut 65 heraus geschoben wird. Es wird damit deutlich, dass die radiale Position der Honleiste 41, also der Überstand der Außenfläche 45 über die Umfangsfläche 43 der dritten Bearbeitungsstufe 15 einstellbar ist. Um eine gleichmäßige Einstellung des Überstands der Honleiste 41 zu gewährleisten, sind hier drei Bohrungen 55, 57 und 59 vorgesehen, die gleichartige Justiereinrichtungen 71 der oben beschriebenen Art aufnehmen.

Es ist erkennbar, dass die Justiereinrichtung 71 insofern abgewandelt werden kann, als das zweite Stellmittel 75 auch in einer geeigneten Bohrung 79 im Grundkörper 67 der dritten Bearbeitungsstufe 15 angeordnet werden kann. Dies ist gestrichelt in Zusammenhang mit der Bohrung 57 in Figur 2 angedeutet. In diesem Fall kann das zweite Stellmittel 75 in der Honleiste 41 entfallen. Allerdings muss entsprechend das erste Stellmittel 73, nämlich die Stellschraube, angepasst werden. In diesem Fall kann die Bohrung 55, 57, 59 einen gleichmäßigen Durchmesser über ihre Länge aufweisen.

Figur 2 zeigt noch die in die Stirnfläche 21 der dritten Bearbeitungsstufe 15 eingebrachten konische Vertiefung 81, die anhand von Figur

1 erläutert wurde und der Aufnahme des konischen Schafts 23 der zweiten Bearbeitungsstufe 19 dient.

Aus Gründen der Vereinfachung sind in Figur 2 die Führungsleisten weggelassen.

- 5 Figur 3 zeigt eine Stirnansicht der dritten Bearbeitungsstufe 15 gemäß Figur 2. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen, so dass insofern auf die Beschreibung der vorangegangenen Figuren verwiesen wird, um Wiederholungen zu vermeiden. Die Darstellung gemäß Figur 3 ist vereinfacht und dient dazu, die Fixierung der
- 10 Honleiste 41 im Grundkörper 67 der dritten Bearbeitungsstufe 15 zu verdeutlichen.

- Die Honleiste 41 wird in eine in den Grundkörper 67 eingebrachte Nut 65 eingebracht, die im Wesentlichen parallel zur Mittelachse 39 des Werkzeugs 1 und damit der dritten Bearbeitungsstufe 15 verläuft
- 15 und im Querschnitt gemäß Figur 3 gesehen im Wesentlichen rechteckförmig ausgebildet ist. Sie weist eine Grundfläche 83 auf, die vorzugsweise in den Bereichen der Bohrungen 55, 57 und 59 jeweils einen Kühl-/ Schmiermittelauslass aufweist, so dass ein hier austretendes Medium durch den Kühl-/Schmiermittelkanal 77 austreten
- 20 kann, der die Stellmittel 73 und 75 durchzieht. Damit gelangt das Kühl-/ Schmiermittel in die Kühl-/Schmiermittelnut 53 der Honleiste 41, die anhand von Figur 1 erläutert wurde.

- Die Nut 65 wird von zwei im Wesentlichen senkrecht auf der Grundfläche 83 stehenden Seitenflanken 85, 87 begrenzt, wobei die in Figur 3 rechte Seitenflanke 85 als Anlage für die Honleiste 41 dient
- 25 und die in Figur 3 linke Seitenflanke 87 durchbrochen ist, damit die Spannpratzen auf die Seitenfläche 69 der Honleiste 41 wirken und

diese gegen die Seitenfläche 85 und die Grundfläche 83 anpressen können. In Figur 1 ist beispielhaft die Spannpratze 61 dargestellt, die mit einer Spannlippe 89 die Honleiste 41 festhält. Diese ist auf der der Spannpratze 61 zugewandten Seitenfläche 69 mit einer Spannnut 91 versehen, die eine Spannfläche 93 aufweist.

Die Spannpratze 61 weist eine Durchgangsbohrung 95 auf, die von einer Spannschraube 97 durchdrungen wird. Diese ist hier beispielhaft mit zwei gegenläufigen Gewindebereichen versehen, von denen einer mit der Spannpratze 61 zusammenwirkt und der andere mit dem Grundkörper 67 der dritten Bearbeitungsstufe 15.

Figur 3 zeigt wiederum die Bohrung 55, die die Honleiste 41 senkrecht, das heißt in Richtung einer Durchmesserlinie D verlaufend, durchdringt und einerseits in der Außenfläche 45 der Honleiste 41 mündet und sich andererseits zur Grundfläche 83 der Nut 65 öffnet. Der radial außen liegende Bereich kleineren Durchmessers der Bohrung 55 ist mit einem Innengewinde versehen, das mit dem ersten Stellmittel, das nach den Ausführungen oben beispielsweise als Stellschraube ausgebildet ist, zusammenwirkt.

Aus der Darstellung gemäß Figur 3 ist ersichtlich, dass das Werkzeug 1 beziehungsweise die dritte Bearbeitungsstufe 15 mehrere in die Umfangsfläche 43 eingesetzte Führungsleisten aufweist, von denen einige in Figur 1 erkennbar waren. Der Honleiste 41 gegenüber liegend ist eine Führungsleiste 47 vorgesehen, – nach der Darstellung gemäß Figur 3 – links von ihr eine Führungsleiste 49 und rechts davon eine Führungsleiste 47'. Gegenüber der Führungsleiste 49 liegt eine Führungsleiste 49'.

Durch die Führungsleisten wird die dritte Bearbeitungsstufe 15 sehr exakt in der zu bearbeitenden Präzisionsbohrung geführt und abgestützt, so dass Abdrängkräfte sicher abgefangen werden. Dies führt dazu, dass sich eine exakte Bohrungsgeometrie einstellt.

- 5 Die Führungsleisten bestehen vorzugsweise aus Hartmetall, Cermet oder PKD. Es ist auch möglich, nur die über die Umfangsfläche des Werkzeugs 1 ragende Oberfläche der Führungsleisten ganz oder teilweise aus abriebfestem Material herzustellen oder mit diesem zu beschichten.
- 10 Aus Figur 3 ist erkennbar, dass die Führungsleiste 49, in der durch einen Pfeil P angedeuteten Drehrichtung gesehen, der Führungsleiste 47 um ca. 60° nacheilt; während demgegenüber die Führungsleiste 47' der Führungsleiste 47 um ca. 60° voreilt. Die Führungsleiste 49' eilt der Honleiste 41, gemessen von der Durchmesserlinie D aus, um ca. 60° nach.
- 15

- Figur 4 zeigt einen Längsschnitt der Honleiste 41. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen, so dass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Aus der hier gewählten Darstellung wird deutlich, dass die Honleiste 41 durch drei in gleichem Abstand zueinander angeordnete Bohrungen 55, 57 und 59 von oben nach unten durchdrungen wird, wobei ein erster Abschnitt 55a einen kleineren Durchmesser aufweist und mit einem Innengewinde versehen ist und ein zweiter, innen liegender Abschnitt 55b mit einem größeren Innendurchmesser ausgestattet ist. Entsprechend
- 20 sind die Bohrungen 57 und 59 ebenfalls als Stufenbohrung ausgebildet.
 - 25

Die Bohrungen durchdringen einerseits die Außenfläche 45 der Honleiste und münden in der hier lediglich angedeuteten Kühl-/Schmiermittelnut 53. Da die Bohrungen 55, 57 und 59 andererseits die Unterseite 99 der Honleiste 41 durchbrechen, kann von unten, also beispielsweise durch die Grundfläche 83 der Nut 65 ein Kühl-/Schmiermittel eingespeist werden, das die Bohrungen 55, 57, 59 beziehungsweise den Kühl-/ Schmiermittelkanal 77, der die hier nicht dargestellten Stellmittel 73 und 75 durchdringt, durchströmen kann.

Figur 5 zeigt noch einmal die Honleiste 41 im Querschnitt. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen, so dass insofern auf die Beschreibung der vorangegangenen Figuren verwiesen wird.

Es wird deutlich, dass die Honleiste 41 von einer durchgehenden Bohrung 55 durchdrungen wird, die hier als Stufenbohrung ausgebildet ist, weil ein Teil der Justiereinrichtung 71, nämlich das zweite Stellmittel 75, in der Honleiste 41 untergebracht wird. Dazu ist der untere Teil der Bohrung 55, der Bereich 55b mit einem größeren Innendurchmesser versehen. Der obere Bereich 55a weist einen kleineren Innendurchmesser auf und ist mit einem Innengewinde versehen, um mit dem ersten Stellmittel 73, einer Stellschraube, zusammenwirken zu können.

Wie oben gesagt, kann das zweite Stellmittel 75 auch in den Grundkörper der dritten Bearbeitungsstufe verlagert werden, um die Honleiste 41 nicht zu sehr zu schwächen. Damit entfällt dann der untere Abschnitt 55b der Bohrung 55.

Figur 5 zeigt die Seitenfläche 69, in die für die mindestens eine Spannpratze, also hier für die Spannpratzen 61 und 63, mindestens eine Spannnut 91 eingebracht ist. Diese weist eine Spannfläche 93

auf, die von unten nach oben gesehen zu einer gedachten Mittel-
ebene M der Honleiste 41 geneigt ist. Der Winkel entspricht dem
Winkel α zwischen der Seitenfläche 69 und dem Grund der Spann-
fläche 93, der in Figur 5 wiedergegeben ist. Der Winkel α beträgt
5 10°.

Zur Funktion des Werkzeugs 1 ist Folgendes festzuhalten:

Das Werkzeug 1 dient der Bearbeitung von Präzisionsbohrungen in
Werkstücken, wobei einerseits eine exakte Bohrungsgeometrie be-
züglich Durchmesser, Rundheit und Zylinderform erzeugt werden,
10 andererseits aber auch eine Oberflächenstruktur bereit gestellt wer-
den soll, die optimal an die Funktion der Bohrung anpassbar ist. Es
ist also möglich zu gewährleisten, dass in die Bohrung eingebaute
Lager sicher gehalten werden. Insbesondere ist es aber möglich, die
Oberflächenstruktur so auszubilden, dass im Bereich von Schmier-
15 gleitflächen ein Schmierfilm gebildet wird.

Dieses Ziel wird dadurch erreicht, dass das Werkzeug 1 modular
aufgebaut ist und zwei Bearbeitungsstufen 3 und 5 mit jeweils min-
destens einer Messerplatte 5 und 11 aufweist, die geometrisch defi-
nierte Schneiden 7, 13 zeigen. Diese dienen dazu, die Oberfläche
20 der Präzisionsbohrung spanend zu bearbeiten und die gewünschte
Bohrungsgeometrie zu erzeugen. Wird das Werkzeug 1 in eine zu
bearbeitende Bohrung eingeführt, so gelangt zunächst die vorderste
erste Bearbeitungsstufe 3 in Eingriff mit der Bohrungswandung, dann
die zweite Bearbeitungsstufe 9. Da die erste Bearbeitungsstufe 3
25 und die zweite Bearbeitungsstufe 9 sehr exakt zueinander und zur
dritten Bearbeitungsstufe 15 ausgerichtet sind, kann mit Hilfe der
beiden ersten Bearbeitungsstufen die Präzisionsbohrung sehr exakt

vor- und zwischenbearbeitet werden. Die Maßabweichung der bearbeiteten Präzisionsbohrung gegenüber dem Sollmaß beträgt nach der Zwischenbearbeitung ca. 1/100 mm bis 2/100 mm.

- Im dritten Bearbeitungsgang, bei der Fertigbearbeitung wird die
- 5 Wandung der Präzisionsbohrung mit Hilfe der dritten Bearbeitungsstufe 15 bearbeitet, die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide 17 aufweist, die hier als Honleiste 41 ausgebildet ist. Die Honleiste ist entweder vollständig aus Hartstoffpartikeln aufgebaut oder weist zumindest im Bereich ihrer Außenfläche 45 Hartstoffpartikel auf, die mit der zu bearbeitenden Bohrung in Eingriff treten. Das
- 10 Werkzeug 1 wird zunächst in Rotation versetzt, während die erste und zweite Bearbeitungsstufe 3 und 9 die Präzisionsbohrung bearbeiten. Während der Bearbeitung der Bohrungsoberfläche mittels der dritten Bearbeitungsstufe 15 wird dem Werkzeug 1 eine überlagerte Bewegung aus einer auch als Vorschub bezeichneten Axialgeschwindigkeit und einer Umfangsgeschwindigkeit (Tangentialgeschwindigkeit) in der Bohrung bewegt. Dadurch entstehen in der bearbeiteten Bohrungsoberfläche gekreuzte Bearbeitungsriefen, die ein
- 15 gutes Ölhaltevermögen aufweisen. Die Axialgeschwindigkeit wird periodisch umgedreht, so dass das Werkzeug 1 in der zu bearbeitenden Präzisionsbohrung in axialer Richtung hin und her bewegt wird. Die Drehrichtung des Werkzeugs 1 wird bei der Bearbeitung beibehalten.
- 20

- Die entstehende Oberfläche kann durch Variation des Geschwindigkeitsverhältnisses Axialgeschwindigkeit/Umfangsgeschwindigkeit beeinflusst werden, um ein gewünschtes Muster an Bearbeitungsriefen zu erzeugen.
- 25

Bei der Fertigbearbeitung mittels der dritten Bearbeitungsstufe 15 müssen nach allem nur noch ca. 1/100 mm bis 2/100 mm abgetragen werden. Da die dritte Bearbeitungsstufe 15 sehr exakt gegenüber der zweiten Bearbeitungsstufe 9 und der ersten Bearbeitungsstufe 3 fluchtet, kann auf die für Honwerkzeuge übliche kardanische Aufhängung verzichtet werden. Es ist also möglich, die dritte Bearbeitungsstufe 15 starr mit den anderen Bearbeitungsstufen 9 und 13 und über den Schaft 19 mit einer Werkzeugmaschine zu verbinden.

Aufgrund des für die Fertigbearbeitung verbleibenden geringen Aufmaßes muss die dritte Bearbeitungsstufe 15 lediglich ein- bis dreimal in der zu bearbeitenden Präzisionsbohrung in axialer Richtung hin und her bewegt werden. Dies verkürzt die Bearbeitungszeit der Präzisionsbohrung nachhaltig. Die Minimierung der Hübe ist nach dem oben Gesagten deshalb möglich, weil die dritte Bearbeitungsstufe 15 sehr genau fluchtend gegenüber den anderen Bearbeitungsstufen angeordnet und nur noch eine sehr geringe Schnitttiefe erforderlich ist. Ein entscheidender Vorteil des hier beschriebenen Werkzeugs ist es also, dass dieses auf normalen Bearbeitungsmaschinen verwendet werden kann, weil die für Honwerkzeuge übliche kardanische Aufhängung entfallen kann.

Besonders vorteilhaft ist es, dass das Werkzeug 1 eine Kühl-/Schmiermittelversorgung aufweist, die zumindest die dritte Bearbeitungsstufe 15 versorgt, so dass das Medium aus den Bohrungen 55, 57 und 59 in der Honleiste 41 in eine in deren Außenfläche 45 eingebrachte Kühl-/Schmiermittelnut 53 gelangen kann.

Die Kühl-/Schmiermittelversorgung kann auch bis in die zweite und erste Bearbeitungsstufe 9, 3 reichen, um durch grundsätzlich be-

kannte Kanäle den jeweiligen Schneiden 7, 11 bei der Bearbeitung einer Bohrungsoberfläche Kühl- und Schmiermittel zuzuführen.

Es wird deutlich, dass die dritte Bearbeitungsstufe sich mit Hilfe der Führungsleisten 49, 49', 47, 47' in der bearbeiteten Bohrungsoberfläche abstützen kann. Überdies ist es möglich, auch mehr als eine Honleiste in die Umfangsfläche 43 der dritten Bearbeitungsstufe 15 einzusetzen.

Von entscheidender Bedeutung ist, dass durch den modularen Aufbau des Werkzeugs 1 in einem einzigen Bearbeitungsgang ohne Werkzeugwechsel eine spanende Bearbeitung der Präzisionsbohrung mit Hilfe der geometrisch definierten Schneiden und mit Hilfe der eine geometrisch unbestimmte Schneide aufweisenden Honleiste erfolgen kann. Die Ausrichtung der Bearbeitungsstufen 3, 9 und 15 zueinander ist sehr exakt, weil an den einzelnen Verbindungsstellen eine Kurzkegelspannung realisiert wird, indem der Schaft 23 der zweiten Bearbeitungsstufe 9 in eine Ausnehmung 81 der dritten Bearbeitungsstufe 15 eingreifen kann, wobei im Bereich der Verbindungsstelle die Stirnfläche 21 und die Planfläche 25 miteinander zusammenwirken, was zu einer exakten Ausrichtung der zweiten Bearbeitungsstufe 9 gegenüber der dritten Bearbeitungsstufe 15 führt. Entsprechend wird eine exakte Ausrichtung der ersten Bearbeitungsstufe 3 gegenüber der zweiten Bearbeitungsstufe 9 erreicht, indem der Schaft 29 in eine entsprechende Ausnehmung in der zweiten Bearbeitungsstufe eingesetzt wird, wobei hier die Stirnfläche 27 der zweiten Bearbeitungsstufe 9 mit der ringförmigen Planfläche 31 der ersten Bearbeitungsstufe 3 zusammenwirkt. Da die Bearbeitungsstufen 3, 9 und 15 exakt zueinander positioniert sind

und auf einer gemeinsamen Mittelachse 39 liegen, wird die Qualität der bearbeiteten Präzisionsbohrung erhöht.

5 Einerseits ergibt sich nach allem eine sehr gute Bohrungsgeometrie, wobei gleichzeitig eine gewünschte Oberflächenstruktur realisiert wird. Die einzelnen Bearbeitungsschritte der Vor-, Zwischen- und Fertigbearbeitung können mit nur einer Aufspannung auf derselben Fertigungseinrichtung durchgeführt werden, das heißt, das Werkzeug 1 muss nur ein einziges Mal in eine Werkzeugmaschine eingespannt werden. Ein Werkzeugwechsel entfällt also, wodurch Positionierungsfehler, die beim Umspannen entstehen, eliminiert werden. 10 Außerdem ist es nicht erforderlich, das Bauteil auf mehrere Maschinen zu übergeben.

Ansprüche

1. Werkzeug zur spanenden Bearbeitung von Präzisionsbohrungen in Werkstücken mit

5 - einer der Vorbearbeitung der Präzisionsbohrung dienenden ersten Bearbeitungsstufe (3), die mindestens eine Messerplatte (5) mit wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide (7) aufweist,

10 - einer der Weiterbearbeitung der Präzisionsbohrung dienenden zweiten Bearbeitungsstufe (9), die mindestens eine Messerplatte (11) mit wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide (13) aufweist,

gekennzeichnet durch

15 - eine der Fertigbearbeitung der Präzisionsbohrung dienende dritte Bearbeitungsstufe (15), die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide (17) aufweist.

2. Werkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide (17) als Hartstoffpartikel aufweisende Honleiste (41) ausgebildet ist.

20 3. Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Honleiste (41) in eine in den Grundkörper (67) des Werkzeugs (1) eingelassene Nut (65) einsetzbar ist, die parallel zur Mittelachse (39) des Werkzeugs (1) verläuft.

4. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (65) eine Grundfläche (83) und zwei davon ausgehende Seitenflächen aufweist und vorzugsweise – im Querschnitt gesehen – rechtwinklig ausgebildet ist.
- 5 5. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Honleiste (41) auswechsel- und einstellbar ist.
6. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Honleiste (41) von mindestens einer
10 Spannpratze (61, 63) gehalten wird und vorzugsweise in einer der Spannpratze zugewandten Seitenfläche (69) mindestens eine Spannnut (91) mit einer Spannfläche (93) aufweist.
7. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannfläche (93) gegenüber einer ge-
15 dachten Mittelebene (M) der Honleiste (41) – vorzugsweise um 10° – geneigt ist, wobei sich die Spannfläche (93) von unten nach oben an die Mittelebene (M) annähert.
8. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Honleiste (41) mit mindestens einer Boh-
20 rung (55, 57, 59) zur Aufnahme eines – vorzugsweise als Stell- schraube ausgebildeten – ersten Stellmittels (73) einer Justiereinrichtung (71) versehen ist.
9. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Honleiste (41) und/oder der Grundkörper
25 (67) des Werkzeugs (1) mit einer Bohrung zur Aufnahme eines –

vorzugsweise als Druckstück ausgebildeten – zweiten Stellmittels (75) der Justiereinrichtung (71) versehen ist.

10. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellmittel (73, 75) einen durchgehenden
5 Kühl-/ Schmiermittelkanal (77) aufweisen.

11. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Grundfläche (83) der Nut (63) mindestens einen Kühl-/Schmiermittelauslass aufweist.

12. Werkzeug nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass
10 der Kühl-/Schmiermittelauslass mit den in den Stellmitteln vorgesehenen Kühl-/Schmiermittelkanal (77) fluchtet.

13. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die außen liegende, bei der Bearbeitung einer Präzisionsbohrung mit deren Oberfläche in Eingriff tretende Außenfläche (45) der Honleiste (41) eine die Bohrung (55, 57, 59) zur Aufnahme des ersten Stellmittels (73) schneidende Kühl-/Schmiermittelnut (53) aufweist.
15

14. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dritte Bearbeitungsstufe (15) mindestens
20 eine Führungsleiste (47,47',49,51) aufweist

15. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (1) modular aufgebaut ist und die Bearbeitungsstufen (3, 9, 15) austauschbar sind.

16. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dritte Bearbeitungsstufe (15) starr mit einer Werkzeugmaschine und mit der zweiten Bearbeitungsstufe (9) verbindbar ist.

Zusammenfassung

Es wird ein Werkzeug (1) zur spanenden Bearbeitung von Präzisionsbohrungen in Werkstücken mit einer der Vorbearbeitung der Präzisionsbohrung dienenden ersten Bearbeitungsstufe (3), die mindestens eine Messerplatte (5) mit wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide (7) aufweist und einer der Weiterbearbeitung der Präzisionsbohrung dienenden zweiten Bearbeitungsstufe (9), die mindestens eine Messerplatte (11) mit wenigstens einer geometrisch bestimmten Schneide (13) aufweist, vorgeschlagen. Es zeichnet sich dadurch aus, dass es eine der Fertigbearbeitung der Präzisionsbohrung dienende dritte Bearbeitungsstufe (15) umfasst, die mindestens eine geometrisch unbestimmte Schneide (41) aufweist.

(Figur 3)

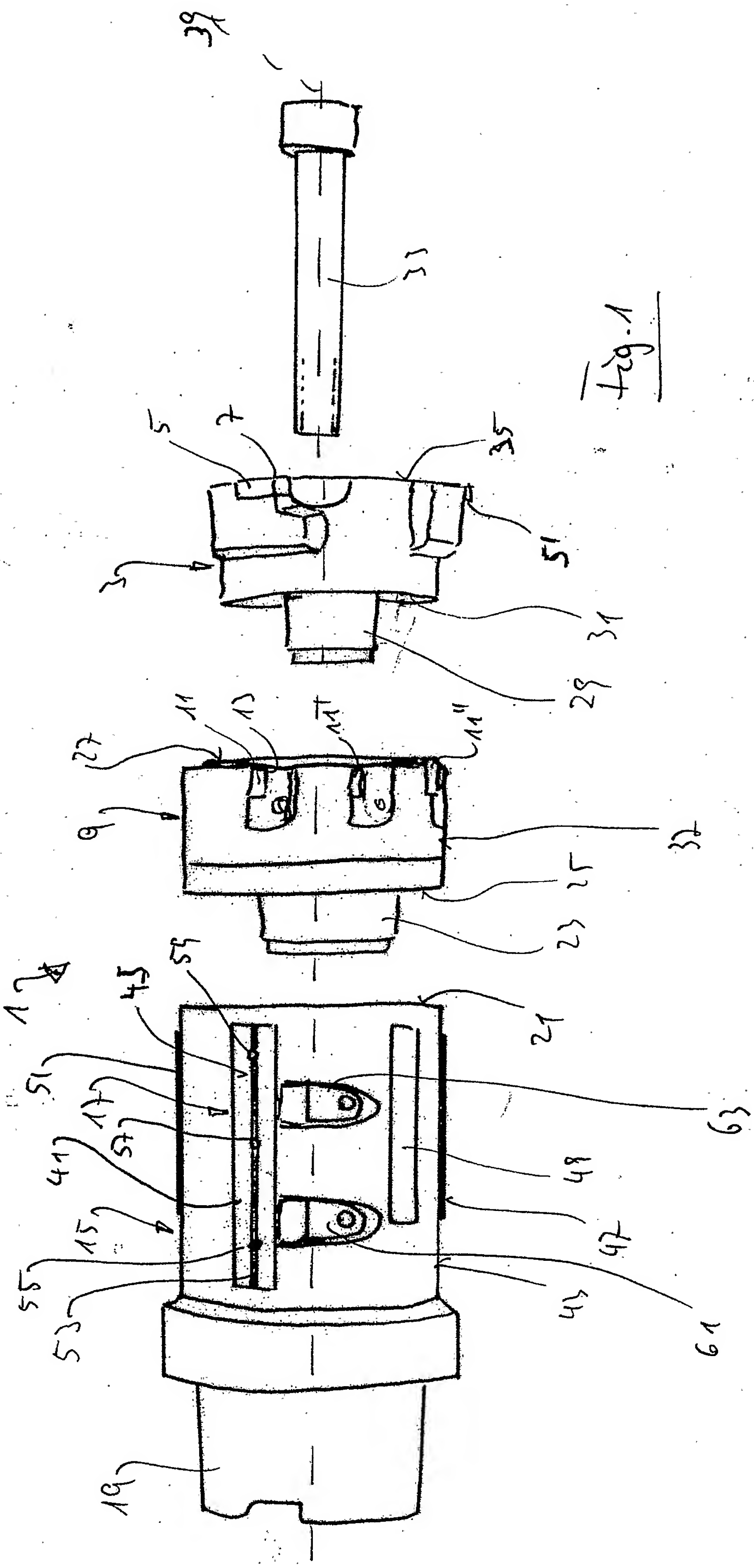


Fig. 1

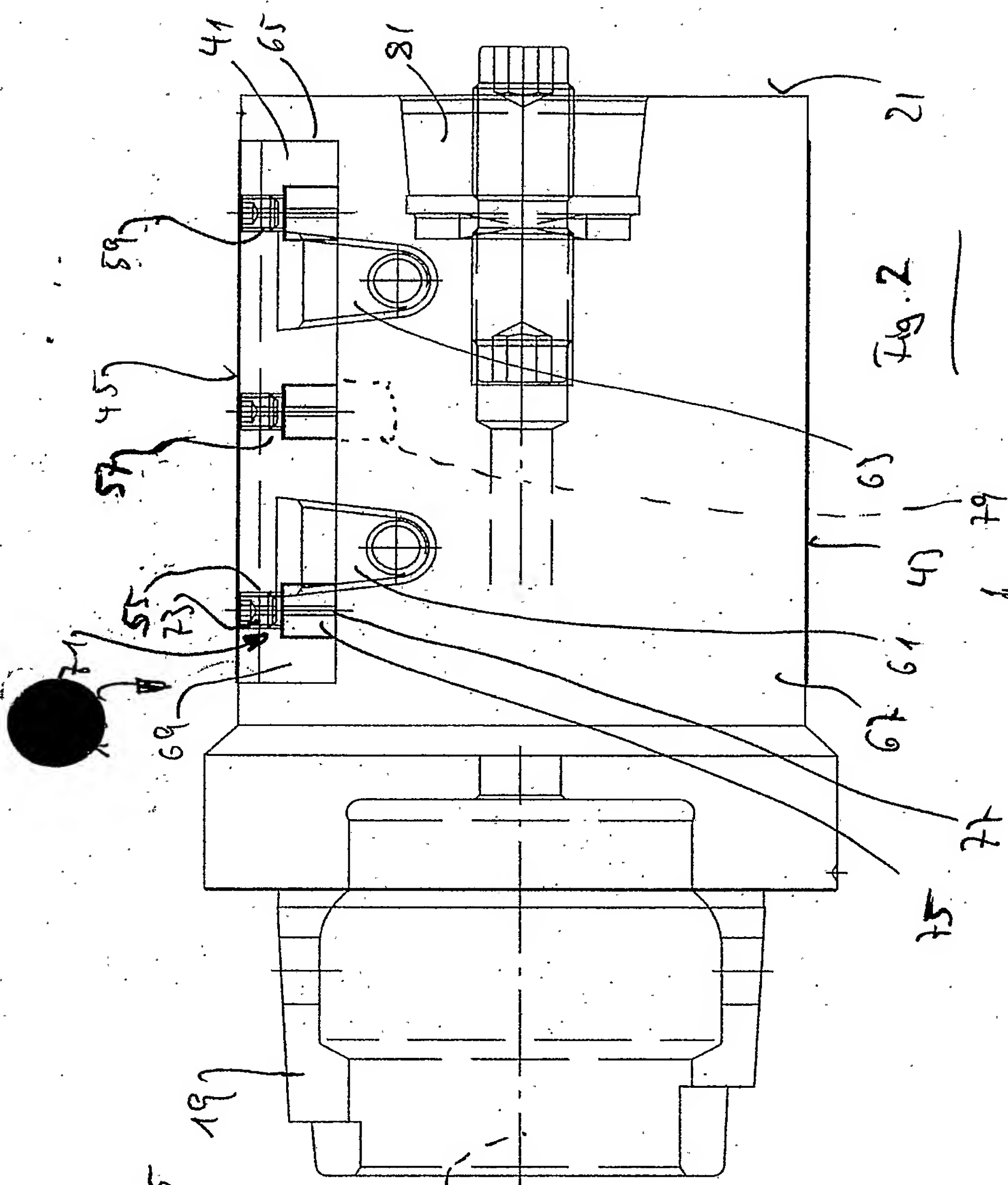


Fig. 2

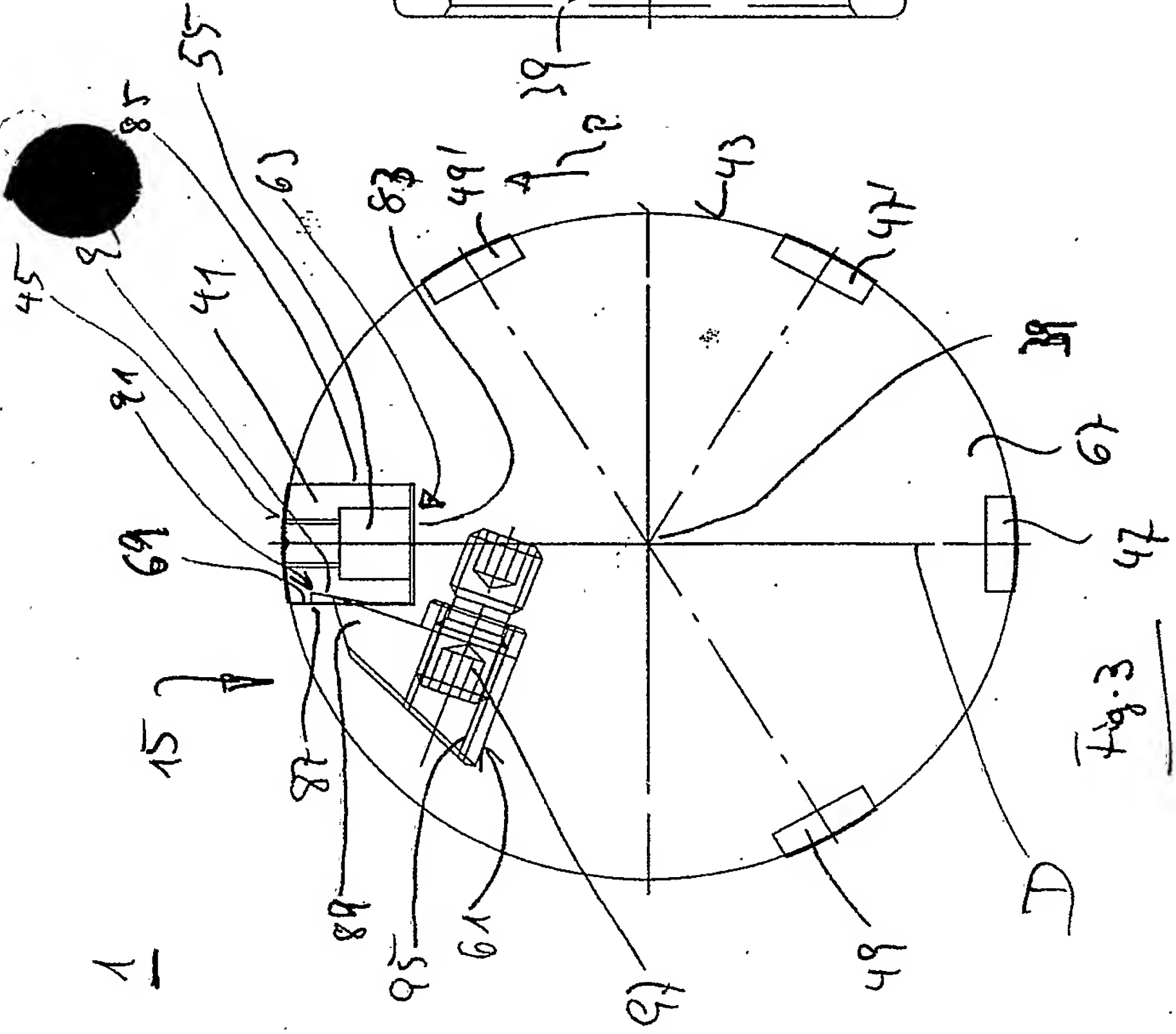


Fig. 3

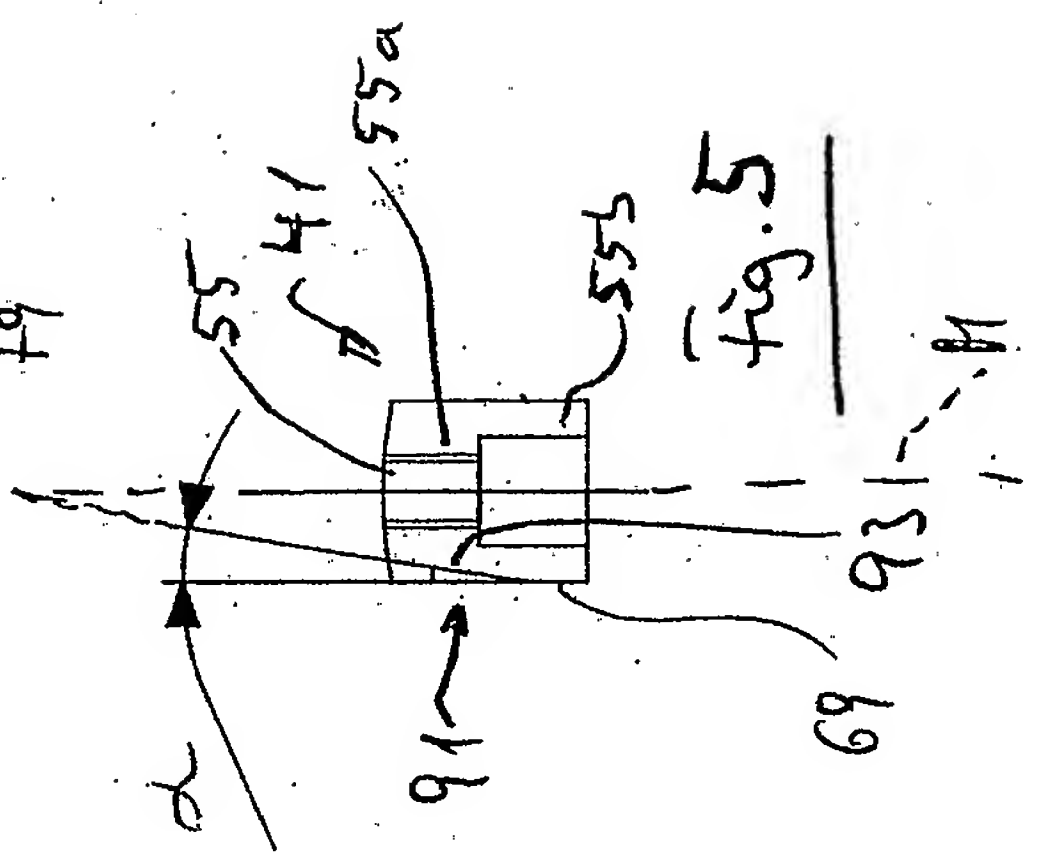


Fig. 5

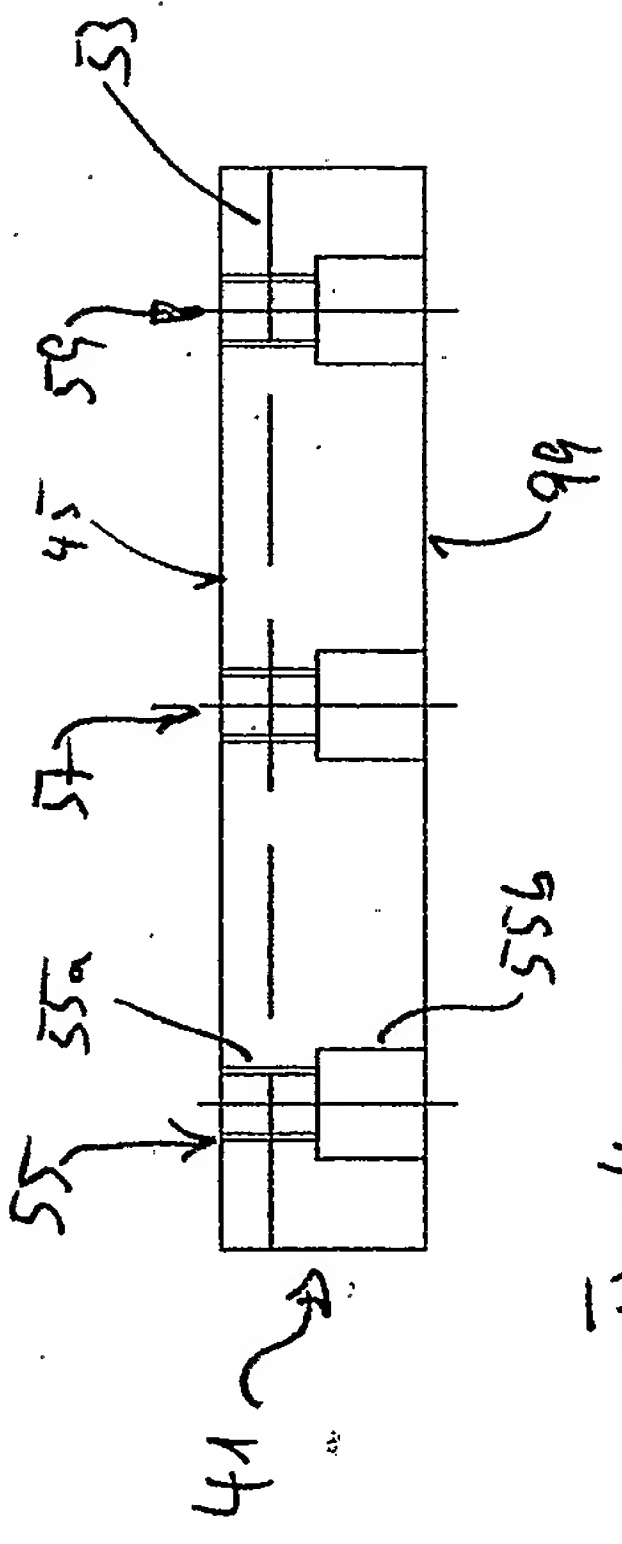


Fig. 4